Р. КЛАУЗІУСЪ.

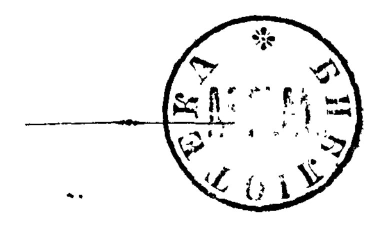
О ЗАПАСАХЪ ЭНЕРГІИ

ВЪ ПРИРОДѢ

И ПОЛЬЗОВАНІИ ИМИ ДЛЯ НАШЕГО БЛАГА.

ПЕРЕВЕЛЪ

К. ФЛУГЪ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе Л. Ф. Пантелѣева.
1887.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 17 Апрѣля 1887 г.



Типографія и Литографія В. А. Тиханова. Б. Садовая, 27.

О ЗАПАСАХЪ ЭНЕРГІИ

ВЪ ПРИРОДѢ

И ПОЛЬЗОВАНІИ ИМИ ДЛЯ НАШЕГО БЛАГА.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Предлагаемая брошюра представляетъ главное содержаніе моей академической рѣчи, изъ которой здѣсь выпущены только тѣ мѣста, которыя, не находясь въ прямой связи съ излагаемымъ предметомъ, не могли повліять на сущность или пониманіе его.

Въ виду несомнѣннаго значенія для развитія промышленности, какъ настоящаго, такъ и будущаго времени, излагаемый здѣсь предметъ можетъ быть покажется интереснымъ не только для однихъ спеціалистовъ, но и для болѣе широкаго кружка людей.

Боннъ, Май, 1885.

Желаніе подчинить и воспользоваться силами природы—увѣнчалось за послѣднее время такимъ блестящимъ успѣхомъ и открыло для будущаго, сравнительно съ уже достигнутымъ, такую удивительную и заманчивую перспективу, что мнѣ кажется совершенно умѣстнымъ, хотя и въ краткомъ очеркѣ, изложить постепенный ходъ этой утилизаціи силъ природы и коснуться отчасти того, что намъ предстоитъ въ этомъ отношеніи еще въ будущемъ.

Въ теченіи многихъ, истекшихъ уже вѣковъ человѣкъ пользовался только тѣми силами, которыя природа представляла ему совершенно открыто, напримѣръ, силой текущей воды и силой вѣтра для движенія мельницъ, для путешествій на корабляхъ, силой упругости—для развитія большей скорости и т. д.

Только въ новѣйшее время люди стали производить такія силы и искусственно, между этими

силами—первое мѣсто, конечно, принадлежитъ силѣ пара, развиваемой при помощи тепла и преобразуемой далѣе въ любую механическую работу.

Стоитъ обратить вниманіе на то обстоятельство, какъ много требовалось времени и труда, чтобы какую нибудь идею, совершенно вѣрную въ теоріи, воплотить въ соотвѣтственную машину, а послѣднюю различными усовершенствованіями довести до той степени практичности, при которой она давала-бы дѣйствительно полезные результаты.

Первое стремленіе въ этомъ отношеніи, за небольшими развѣ исключеніями, было направлено на постройку такихъ машинъ, помощью которыхъ можно было бы выкачивать воду изъ глубины рудниковъ.

Уже въ началѣ семнадцатаго столѣтія зародилась мысль о томъ, что нельзя-ли съ этою цѣлью примѣнить паръ, образующійся при нагрѣваніи воды, и имъ поднимать изъ рудниковъ воду до поверхности земли. Вопросъ этотъ въ теченіи всего семнадцатаго столѣтія горячо обсуждался, и въ результатѣ дѣйствительно явились нѣкоторыя механическія приспособленія для отлива воды, но всѣ они были настолько непрактичны, что не могли дать никакихъ положительныхъ резуль-

татовъ. Наконецъ, въ исходѣ семнадцатаго столѣтія ландграфъ Гессенскій Карлъ поручилъ французу *Папину* заняться снова разработкой того же самаго вопроса, т. е. попытаться построить болѣе цѣлесообразную машину. Папинъ былъ въ то время профессоромъ въ Марбургѣ, куда бѣжалъ изъ Франціи послѣ отмѣны Нантскаго Эдикта. Своимъ опытамъ онъ далъ совершенно новое направленіе, и, наконецъ, послѣ долгихъ усилій ему удалось таки построить модель новой паровой цилиндрической машины. Модель состояла изъ цилиндрическаго сосуда, въ нижнюю часть котораго наливалось немного воды, а на воду помѣщали поршень. При нагрѣваніи воды образовался паръ, который давилъ на поршень и заставлялъ его подыматься; при охлажденіи же цилиндра, наружный воздухъ въ свою очередь давилъ на поршень сверху внизъ, заставляя его опускаться. Для каждаго поднятія и опусканія поршня требовалось, однако, около одной минуты, и, конечно, время это было бы гораздо значительнѣе для настоящей машины, поставленной въ рудникѣ.—Въ послѣднемъ обстоятельствѣ и состояла вся практическая непримѣнимость папиновой машины.—Десять лѣтъ позже, два англичанина, *Ньюкоменъ и Каули*, снова принялись

за тоже дѣло и имъ удалось усовершенствовать машину Папина въ томъ, что паръ, поднимающій поршень, развивался не въ самомъ цилиндрѣ, черезъ нагрѣваніе послѣдняго, а проводился сюда по трубѣ изъ отдѣльно стоящаго пароваго котла. Этимъ устройствомъ устранялась трата времени на нагрѣваніе цилиндра, а слѣдовательно и движеніе поршня могло происходить гораздо быстрѣе. Такимъ образомъ только въ 1712 году явились первыя машины для приведенія въ дѣйствіе водоотливныхъ насосовъ и машины эти стали употребляться почти на всѣхъ тогдашнихъ рудникахъ. Можно было ожидать, что послѣ подобной удачи явятся въ самомъ непродолжительномъ времени и дальнѣйшія усовершенствованія машинъ; но вышло иначе: въ теченіи почти цѣлыхъ пятидесяти лѣтъ машины оставались безъ всякаго измѣненія и всё строились по разъ заведенному образцу, съ маленькимъ развѣ только измѣненіемъ относительно управленія хода поршня. Слѣдуетъ еще прибавить, что подобныя машины могли съ выгодою работать лишь въ каменноугольныхъ копяхъ, гдѣ топливо было даровое; при другихъ же условіяхъ онѣ не могли работать, такъ какъ расходовали слишкомъ много горючаго матеріала. Только въ 1764 году въ этомъ отноше-

нія сдѣланъ былъ громадный шагъ впередъ. Молодому и еще неизвѣстному тогда механику *Джемсъ Уатту*, работавшему для физическаго кабинета при Глазговскомъ университетѣ, дана была для починки модель Ньюкоменской паровой машины. Разсмотрѣвъ машину, Уаттъ придумалъ такое важное и въ тоже время столь простое и очевидное усовершенствованіе, что совершенно непонятно, какъ въ теченіи полстолѣтія идея эта не могла придти въ голову строителямъ упомянутыхъ паровыхъ машинъ. Какъ я уже сказалъ, парообразованіе при Ньюкоменской машинѣ происходило не въ самомъ цилиндрѣ, а въ отдѣльномъ паровомъ котлѣ, откуда паръ по особой трубѣ проводился уже въ цилиндръ; *охлажденіе же* пара въ цилиндрѣ происходило черезъ впрыскиваніе холодной воды. Уаттъ нашелъ, что и *охлажденіе* пара можно производить внѣ цилиндра, для чего стоитъ только послѣдній привести на короткое время въ сообщеніе при помощи трубки съ холоднымъ и безвоздушнымъ пространствомъ. Такимъ образомъ Уаттъ явился и изобрѣтателемъ конденсатора. И такъ, въ машинѣ, построенной Уатомъ, не нужно было каждый разъ охлаждать цилиндръ для опусканія поршня, а слѣдовательно, и снова нагрѣвать его, а

это, понятно, влекло за собой громадную экономію въ топливѣ. Какъ велико было подобное сбереженіе угля, видно изъ слѣдующаго. *Уаттъ* вмѣстѣ со своимъ компаньономъ *Гоультономъ* взялъ патентъ на свое усовершенствованіе, выговоривъ себѣ отъ владѣльцевъ, которые ставили у себя въ рудникахъ машины, чтобы они платили ему только третью часть суммы, получаемой отъ сбереженія расходовъ на топливо. При этомъ съ одного только рудника, гдѣ были поставлены три насоса, онъ получилъ въ годъ 48,000 марокъ *).—Кромѣ этого главнаго измѣненія, Уаттъ ввелъ въ машину еще другія усовершенствованія, вслѣдствіе чего паровыя машины стали употребляться не только въ рудникахъ, но и при другихъ работахъ. Въ теченіи слѣдующихъ тридцати лѣтъ вновь изобрѣтенныя машины подвергались дальнѣйшему усовершенствованію, а въ началѣ нынѣшняго столѣтія ихъ примѣнили и для пароходовъ. Спустя еще двадцать лѣтъ, и послѣ устройства машинъ высокаго давленія, явился наконецъ и первый локомотивъ. О томъ переворотѣ, который произошелъ вслѣдствіи этого въ сношеніяхъ людей и во всемъ строѣ нашей жиз-

*) S *Arago*, Notices biographiques. T. I, p. 422.

ни, врядъ-ли слѣдуетъ распространяться. По тому значенію, которое паръ пріобрѣталъ, хотя и медленно,но тѣмъ надежнѣе для промышленной, а слѣдовательно и общественной жизни человѣчества, столѣтіе со временъ открытія Уатта можетъ по справедливости назваться *столѣтіемъ пара*. Въ новѣйшее время въ соперничество съ паромъ вступило —*электричество*. Отличительное свойство послѣдняго, состоящее, какъ извѣстно, въ возможности быстрой передачи токовъ по всякому направленію, нашло давно уже себѣ примѣненіе въ телеграфномъ дѣлѣ; другое свойство электричества, дающее ему перевѣсъ надъ паромъ, и состоящее въ возможности быстро и въ различной степени измѣнять данную силу тока, нашло себѣ въ широкихъ размѣрахъ примѣненіе только въ самомъ недавнемъ времени. Опыты устройства машинъ, дѣйствующихъ при помощи электричества, производились уже нѣсколько десятковъ лѣтъ тому назадъ. Между прочимъ слѣдуетъ упомянуть о машинахъ, въ которыхъ противъ неподвижныхъ магнитовъ помѣщались подвижные электромагниты; черезъ измѣненіе направленія тока, идущаго по проволокамъ электромагнитовъ, можно было измѣнять и самый магнитизмъ въ магнитахъ, такъ что сѣверный полюсъ становился южнымъ, а юж-

ный—сѣвернымъ. Этимъ пользовались для полученія вращательнаго движенія машинъ. Подобныя машины, хотя и небольшихъ размѣровъ, отлично работали при разныхъ техническихъ производствахъ, и употребленіе ихъ кромѣ того не было сопряжено съ той опасностью, какую представляютъ паровыя машины относительно взрывовъ; вообще, относительно удобства примѣненія онѣ не оставляли желать ничего лучшаго. При постройкѣ такихъ машинъ въ большомъ видѣ, напр., для локомотивовъ или пароходовъ, являлись еще нѣкоторыя затрудненія, состоящія, главнымъ образомъ, въ невозможности достигнуть ими надлежащей скорости. Можно было однако надѣяться, что дальнѣйшимъ усовершенствованіемъ такихъ машинъ недостатокъ этотъ можно будетъ современемъ устранить. Другой недостатокъ, который ужъ не могъ быть устраненъ, касался самаго свойства силы. Извѣстно, что для произведенія какой нибудь работы, или, выражаясь технически, для возбужденія извѣстной механической энергіи, нужно затратить и извѣстную работу или усиліе. Много труда, много силъ потрачено было на то, чтобы изобрѣсти такую машину, которая работала бы сама, безъ всякой затраты энергіи.— Подобный вопросъ составляетъ задачу такъ

называемаго *perpetuum mobile*. Если-бы удалось когда-либо изобрѣсти подобную машину, то она произвела бы эпоху во всей нашей жизни, вслѣдствіе тѣхъ неисчислимыхъ работъ, которыя могли бы ею производиться; кромѣ того, подобное изобрѣтеніе сдѣлалось бы и источникомъ неисчерпаемыхъ богатствъ, такъ какъ для приведенія въ дѣйствіе подобной машины не требовалось бы ни затраты энергіи, ни матеріала, напр.,—топлива. Нѣтъ ничего удивительнаго поэтому, что всегда находились люди дѣятельные и способные, но все-таки, къ сожалѣнію, фантасты, которые нерѣдко тратили всѣ свои матеріальныя средства и очень часто губили свои душевныя силы въ надеждѣ изобрѣсти такую самодѣйствующую машину. Въ настоящее время пришли, наконецъ, къ заключенію, что perpetuum mobile явно противорѣчитъ основному положенію механики, т. е. противорѣчитъ закону о сохраненіи энергіи, въ силу котораго можно только одинъ видъ энергіи превращать въ другой, но никогда нельзя создать энергію изъ ничего или уничтожить разъ уже существующую, не переведя ее въ другой видъ. Остается еще выяснить, какіе виды энергіи находятся въ нашемъ распоряженіи для производства извѣстныхъ механическихъ работъ.

Прежде всего, упомянемъ о *химической* энергіи. Если два тѣла имѣютъ химическое сродство, выражающееся тѣмъ, что ихъ атомы, взаимно притягиваясь, стараются соединиться, то объ этихъ тѣлахъ говорятъ, что они, до взаимнаго соединенія, заключаютъ въ себѣ скрытую или потенціальную энергію, которая въ моментъ соединенія тѣлъ становится *явной*. Если мы введемъ, напримѣръ, кусочекъ угля въ атмосферу кислорода, и вызовемъ ихъ взаимное соединеніе при помощи нагрѣванія, то дальнѣйшее соединеніе будетъ уже происходить само собою, т. е. уголь будетъ горѣть, представляя процессъ сгоранія, причемъ потенціальная энергія переходитъ въ явную, обнаруживаясь въ видѣ тепла, которое уже можетъ служить для нагрѣванія воды и образованія пара, т. е. для полученія работы. Кромѣ угля и вообще горючаго, съ кислородомъ могутъ соединяться и нѣкоторые металлы, причемъ и тутъ потенціальная энергія переходитъ въ явную.

Если мы сравнимъ теперь электромагнитныя машины съ паровыми машинами относительно выгоды примѣненія тѣхъ и другихъ, то прежде всего должно обратить вниманіе на то, изъ какихъ источниковъ получается энергія, необходимая для дѣйствія этихъ машинъ. При паровыхъ

машинахъ топливомъ служитъ уголь, развивающій, при своемъ соединеніи съ кислородомъ, тепло, необходимое для превращенія воды въ паръ, который служитъ для производства работы. Въ электромагнитныхъ машинахъ электрическій токъ, необходимый для возбужденія электромагнитизма, образуется въ гальваническихъ батареяхъ вслѣдствіи реакціи, происходящей между кислотой и металломъ, напр. цинкомъ. Слѣдовательно, при паровыхъ машинахъ расходуется уголь, а при электромагнитныхъ — цинкъ и кислота. Отсюда ясно, что электромагнитныя машины, вслѣдствіе большей стоимости цинка и остальныхъ тѣлъ, сравнительно съ углемъ, никакъ не могли при большихъ производствахъ конкурировать съ паровыми машинами, даже, если бы и надѣялись въ то время дальнѣйшими усовершенствованіями совершено устранить выше-упомянутые недостатки электромагнитныхъ машинъ. Вотъ причина того, почему самое усовершенствованіе этихъ машинъ происходило такъ медленно, пока, наконецъ, не остановилось почти совершенно. Тогда на дѣло взглянули съ иной точки зрѣнія, благодаря которой получились болѣе успѣшные результаты, но самыя машины стали уже примѣняться съ совершенно другой цѣлью. Именно, въ тридцатыхъ годахъ

англійскій физикъ *Фарадэй*, прославившійся своими работами по электричеству, нашелъ, что въ проводникѣ можно возбудить электрическій токъ, если вблизи этого проводника мы будемъ двигать магнитомъ; токъ этотъ Фарадэй назвалъ *индуктивнымъ*. Далѣе Фарадэй нашелъ, что токъ этотъ усиливается, если проволоку обмотать вокругъ стержня изъ мягкаго желѣза, причемъ вслѣдствіе вліянія магнита полюсы на стержнѣ измѣняются. Этимъ открытіемъ и воспользовались для того, чтобы возбуждать электрическіе токи безъ помощи гальваническихъ элементовъ. Съ этою цѣлью были построены машины, существенно не отличавшіяся по своему устройству отъ прежнихъ электромагнитныхъ машинъ, но дѣйствовавшія совершенно на другомъ основаніи сравнительно съ прежними: движеніе въ нихъ возбуждалось не помощью электрическаго тока, но, наоборотъ, посредствомъ движенія магнитовъ возбуждался электрическій токъ. Для полученія очень *сильныхъ* токовъ, машины эти не годились, такъ какъ ихъ магнитамъ не могли придать достаточной силы. *Электромагниты*, которые можно дѣлать гораздо сильнѣе обыкновенныхъ магнитовъ изъ стали, были бы для этой цѣли пригоднѣе, но такъ какъ для нихъ тоже требуется гальваническій токъ, полученіе

котораго составляло прямую цѣль упомянутыхъ машинъ, то примѣненіе электромагнитовъ и казалось, какъ бы, не цѣлесообразнымъ. Но вотъ является нашъ геніальный соотечественникъ *Вернеръ Сименсъ*, который устраняетъ этотъ недостатокъ совершенно своеобразнымъ способомъ. Если взять для машины электромагниты, обладающіе заранѣе, хотя и незначительнымъ магнитизмомъ, то очень легко отвести отъ такой машины токъ не только по внѣшнимъ проводникамъ, но и по *проволокѣ, обмотанной* на электромагнитахъ; вслѣдствіе этого сила послѣднихъ значительно возрастаетъ. Такимъ образомъ,— черезъ усиленіе магнитизма—является сильнѣйшій токъ, а усиленіе тока вызываетъ и усиленіе магнитизма, и т. д. Такимъ прогрессивно возрастающимъ взаимодѣйствіемъ тока и магнитизма — удается, наконецъ, получить очень сильный токъ. Въ подобной машинѣ источникомъ ея дѣйствія является то *усиліе*, которымъ машину приводятъ въ вращательное движеніе; вотъ отчего подобныя машины и получили названіе *динамо-электрическихъ машинъ*. Для сообщенія такой машинѣ вращательнаго движенія, въ большинствѣ случаевъ, пользуются небольшой паровой машиной; при этомъ всѣ расходы все-таки гораздо

меньше, чѣмъ при полученіи одинаковой силы при помощи гальваническихъ батарей, т. е. при расходѣ цинка и кислотъ. Примѣненіе динамо-электрическихъ машинъ можетъ быть самое разнообразное. Въ новѣйшее, напримѣръ, время заняты вопросомъ о примѣненіи ихъ для электрическаго освѣщенія, и въ этомъ отношеніи, благодаря техническимъ усовершенствованіямъ, достигнуты уже блестящіе результаты. Дальнѣйшее развитіе этого дѣла имѣетъ, конечно, громадное значеніе. Токами, получаемыми помощью динамо-электрическихъ машинъ, пользуются, далѣе, при гальванопластикѣ и вообще при многихъ химическихъ работахъ. Особенный же интерессъ для будущаго машины эти представляютъ вотъ въ какомъ отношеніи. Помощью тока, полученнаго изъ динамо-электрической машины, можно привести въ движеніе другую такую же машину, а силу *послѣдней примѣнить* уже для любой механической работы. Такой *способъ полученія* полезной работы совершенно отличенъ отъ полученія работы помощью паровыхъ машинъ: въ послѣднихъ, дѣйствующая механическая сила является только какъ слѣдствіе потенціальной энергіи, скрытой въ углѣ и кислородѣ; для дѣйствія динамо-электрическихъ машинъ—активная сила

должна уже быть въ наличности, и только отъ второй подобной машины можетъ получиться полезная работа. Такимъ образомъ, при динамо-электрическихъ машинахъ происходитъ не *возбужденіе* силы изъ потенціальной энергіи, а только *передача* ея съ одного мѣста на другое, т. е. съ мѣста, гдѣ находится первая машина на мѣсто нахожденія второй. Теперь спрашивается,—въ какихъ случаяхъ и вообще можетъ ли считаться подобная передача работы выгодною? Конечно, на желѣзныхъ дорогахъ нельзя прямо локомотивы замѣнить динамо-электрическими машинами, но можно для той же цѣли установить неподвижную паровую машину, ею приводить въ дѣйствіе динамо-электрическую, а помощью послѣдней приводить уже въ движеніе и вагоны, помѣщенные на рельсахъ. Для большинства случаевъ подобная передача врядъ ли можетъ считаться выгодною; правда, неподвижныя большія паровыя машины работаютъ безспорно гораздо выгоднѣе локомотивовъ, но при вышеупомянутой передачѣ часть силы тратится совершенно непроизводительно, а вслѣдствіе этого и исчезаетъ вся выгода такой передачи. Есть, однако, случаи, гдѣ употребленіе локомотивовъ является очень неудобнымъ; напр., при проѣздѣ черезъ длинные

туннели, гдѣ отъ локомотива накопляется очень много дыма, копоти, пара, и т. д.; при городскихъ желѣзныхъ дорогахъ, проходящихъ на большемъ разстояніи вблизи домовъ и т. п. Въ этихъ вотъ случаяхъ весьма хороши и практичны динамо-электрическія машины. Другое примѣненіе этихъ машинъ, еще болѣе полезное, можетъ быть слѣдующее. Подобно тому, какъ во всѣхъ большихъ городахъ существуютъ уже центральные газовые заводы, изъ которыхъ газъ проводится въ частные дома, какъ существуютъ уже центральныя водокачальныя машины для проведенія воды по всему городу—точно также можно и силу электричества, возбуждаемую въ центральномъ учрежденіи, при помощи большой паровой машины,—проводить посредствомъ проводниковъ и динамо-электрическихъ машинъ и въ частные дома. Для всѣхъ небольшихъ ремеселъ подобное устройство будетъ чрезвычайно выгодно. Въ самомъ дѣлѣ, при существованіи такого центральнаго источника силы, всякій токарь, ткачъ и т. д. можетъ въ любое время и произвольно долго работать при помощи своего станка или машины, не нуждаясь ни въ паровой машинѣ, ни въ другомъ какомъ-либо двигателѣ. Даже и въ домашнемъ хозяйствѣ, проведеніе такой силы, которой можно

будетъ приводить въ дѣйствіе, безъ всякой затраты усилія, небольшія машины, напримѣръ швейныя, и т. д., будетъ весьма полезно и практично. И можетъ быть недалеко уже то время, когда двигательная сила будетъ такъ же необходима для домашняго обихода, какъ и проводъ газа или воды.

Всѣ эти полезныя дѣйствія динамо-электрическихъ машинъ являются, однако, совершенно второстепенными сравнительно съ тѣмъ значеніемъ, которое машины эти имѣютъ для будущности всего человѣчества.

Нужно сознаться, что относительно расходованія запасовъ энергіи въ природѣ мы переживаемъ странное время. Въ экономической жизни народовъ существуетъ законъ, по которому потреблять что-либо можно ровно столько, сколько въ то же время можно и произвести. Отсюда слѣдовало бы, что и горючій матеріалъ можно тратить лишь столько, сколько новымъ ростомъ деревъ онъ снова накопляется. На дѣлѣ же выходитъ совершенно иное. Въ нѣдрахъ земли заключены, какъ извѣстно, громадныя залежи угля, накоплявшіеся изъ растительнаго міра въ теченіе такого громаднаго промежутка времени, что всѣ историческія эпохи сравнительно съ этимъ временемъ совершенно

ничтожны. Эти-то запасы мы тратимъ совершенно безразсудно, поступая подобно беззаботнымъ наслѣдникамъ, спускающимъ все оставшееся имъ достояніе. Изъ земли добывается угля столько, сколько можетъ быть только добыто при помощи всѣхъ техническихъ. средствъ. Между тѣмъ, число желѣзныхъ дорогъ, пароходовъ и заводовъ, поглощающихъ массу угля, возрастаетъ съ поражающею быстротой, поэтому невольно является вопросъ: что же предстоитъ человѣчеству въ будущемъ, если весь запасъ угля будетъ разъ истощенъ. Вопросъ этотъ ни въ какомъ случаѣ не можетъ считаться безполезнымъ или празднымъ. На всемъ земномъ шарѣ, правда, залегаютъ ещё огромные запасы угля, не поддающіеся даже оцѣнкѣ, тѣмъ не менѣе для отдѣльныхъ странъ запасы эти могутъ уже быть измѣрены и время, на которое ихъ хватитъ, можетъ быть опредѣлено. Для Англіи, напримѣръ, *Вилльямъ Сименсъ* *) расчитываетъ, что, если ежегодное потребленіе угля будетъ продолжаться въ той же мѣрѣ, какъ и теперь, то залежей хватитъ только на 1100 лѣтъ, но если потребленіе будетъ увеличиваться въ той же пропорціи,

*) Inaugural Adress delivered at the General Meeting of the Iron and Steel Institut, March 1877, p. 7.

какъ за послѣдніе 20 лѣтъ, то уже весь запасъ будетъ истощенъ въ *250 лѣтъ*.. Если эти числа только и приблизительны, то все-таки изъ нихъ видно, что наступленіе подобнаго кризиса не относится къ безконечно долгому времени, а къ такому, которое для жизни народовъ можетъ назваться совершенно ничтожнымъ. Обыкновенно на это возражаютъ, что если и израсходуютъ весь уголь, то, навѣрное, еще раньше этого, найдутся новыя средства для полученія тепла, слѣдовательно, нечего объ этомъ особенно и безпокоиться. Если спросить однако—что это будутъ за средства, то между прочимъ можно услышать и такое предположеніе, что, вѣроятно, удастся со временемъ разлагать воду на кислородъ и водородъ безъ всякой затраты энергіи и что сожигая водородъ, можно будетъ развивать громадное количество тепла, но подобныя предположенія противорѣчатъ основнымъ законамъ физики и относятся уже не къ теоріи вѣроятностей, а прямо къ неосуществимымъ задачамъ.

Всякое возбужденіе и проявленіе энергіи абсолютно невозможно безъ соотвѣтственной затраты ея. Запасъ потенціальной энергіи, скрытой въ залежахъ угля, происходитъ изъ энергіи, которую солнце сообщило землѣ въ видѣ лучи-

стой теплоты, необходимой для питанія и роста растеній; накопленіе это происходило въ теченіи вѣковъ еще до появленія человѣка. Разъ этотъ запасъ израсходованъ, никакая наука уже не будетъ въ состояніи дать такого же новаго запаса, и люди должны будутъ поэтому довольствоваться только тою энергіею, которую солнце въ теченіи дальнѣйшаго времени вновъ создастъ. Энергія эта выражается, вопервыхъ, въ видѣ накопленія новаго горючаго, благодаря росту растеній, а, вовторыхъ, въ видѣ движенія т. е. въ видѣ вѣтра и теченія водъ, обусловливаемыхъ тоже дѣйствіемъ солнечной теплоты. Сила теченія или паденія воды представляетъ, такимъ образомъ, источникъ энергіи, а слѣдовательно, и работы; большой водопадъ, напр., можно смѣло сравнить, въ этомъ отношеніи, съ каменноугольнымъ рудникомъ довольно значительныхъ размѣровъ. Тоже самое относится и къ быстрымъ ручьямъ, рѣкамъ и т. п. Силой этой приводятся въ дѣйствіе мельницы, водяныя машины и т. д., но въ большинствѣ случаевъ, при этомъ значительная часть силы тратится совершенно непроизводительно, да и дѣйствительно, было-бы весьма трудно воспользоваться всей силой воды, напримѣръ, большаго водопада или очень быстрой рѣки. и преобразовать эту силу на мѣстѣ

же въ механическую работу. Но полезное дѣйствіе такого водопада увеличилось бы, если бы силу его воды можно было бы передать на извѣстное разстояніе и здѣсь уже преобразовать въ работу. Для подобной передачи могутъ отлично служить динамо-электрическія машины, главнѣйшее примѣненіе которыхъ въ будущемъ, вѣроятно, и будетъ состоять именно въ этомъ. Уже теперь сдѣланы въ этомъ направленіи нѣкоторыя попытки. Напримѣръ, въ Базелѣ существуетъ техническое бюро, цѣль котораго--утилизировать теченіе Рейна, на первое время хотя и не на всемъ его протяженіи. Предпріятіе состоитъ въ томъ, что воду проводятъ сначала въ особый каналъ, на которомъ поставлены тюрбины, развивающія отъ 3000 до 4000 лошадиныхъ силъ, и силу эту, въ видѣ электрическаго тока, проводятъ въ городъ, въ видахъ сбереженія каменнаго угля.

Въ скоромъ, вѣроятно, времени пользованіе такой естественной силой распространится и на водопады, тѣмъ болѣе, что тутъ не потребуется даже длинныхъ и дорого стоющихъ каналовъ для отведенія воды и т. п.

Любитель природы, конечно, можетъ испытать нѣкоторое разочарованіе, когда, вмѣсто дико шумящихъ и пѣнящихся водопадовъ, составляющихъ

главную прелесть горнаго ландшафта, взорамъ его представится рядъ машинъ и сооруженій, покоряющихъ буйную стихію; но все-таки рано или поздно имъ этой участи не избѣжать, и въ замѣнъ отрадно-живописныхъ впечатлѣній зрителю останется утѣшаться сознаніемъ, что сила водопада является источникомъ процвѣтанія не одного селенія и промышленнаго центра.

Какъ мы уже говорили, прошлое столѣтіе ознаменовалось главнымъ образомъ изобрѣтеніемъ такихъ машинъ, помощью которыхъ стало возможно утилизировать силы природы и въ такой степени, о какой прежде и не мечтали; между этими машинами первое мѣсто, конечно, принадлежитъ паровымъ машинамъ.

Задача послѣдующихъ столѣтій состоитъ по нашему мнѣнію въ томъ, чтобы раціонально и бережливо пользоваться этими силами, особенно это относится къ горючему матеріалу, скрытому въ нѣдрахъ земли и составляющему наслѣдіе многихъ и многихъ прошедшихъ вѣковъ. Чѣмъ скорѣе явитсяи укрѣпится въ умахъ подобное сознаніе, тѣмъ лучше и обезпеченнѣе будетъ жизнь послѣдующихъ поколѣній.

Стоящіе во главѣ цивилизаціи народы должны были-бы, пока еще есть время, придти къ взаим-

ному соглашенію относительно контроля добычи угля, и устроить это на манеръ того, какъ во всякомъ благоустроенномъ государствѣ контролируется вырубка лѣсовъ. На первый взглядъ покажется весьма труднымъ достигнуть подобнаго соглашенія, такъ какъ въ этомъ дѣлѣ сталкиваются слишкомъ разнородные интересы, но съ другой стороны, въ послѣднее время были достигнуты на почвѣ международныхъ сношеній такіе результаты, о возможности которыхъ прежде и не мечтали. Я упомяну здѣсь, во первыхъ, о грандіозномъ международномъ почтовомъ союзѣ къ которому мало-по-малу примкнули почти всѣ цивилизованныя націи, а, во-вторыхъ,—объ основаніи большаго нейтральнаго государства Конго, гдѣ введены уже международныя постановленія, которыя окажутъ широкое и прочное культурное вліяніе. При этомъ были согласованы такіе противуположные интересы, что мы въ правѣ надѣяться и ожидать, что и въ томъ дѣлѣ, которое касается будущаго всего человѣчества, возможно придти къ столь желательному соглашенію.

ПОСЛѢДНІЯ ИЗДАНІЯ Л. Ф. ПАНТЕЛѢЕВА.

Симонъ, Ж. Срединное царство. Основы Китайской цивилизаціи. Перев. съ франц. *В. Ранцева.* Цѣна 2 руб.

Спиноза, Б. Этика. Перев. съ латинскаго подъ ред. профес. *В. И. Модестова.* Роскошное изданіе выпущенное въ ограниченномъ числѣ экземпляровъ. Цѣна 5 руб.

Тэтъ, П. Свойства матеріи. Перев. съ англ. подъ ред. *И. М. Сѣченова.* Ц. 2 р. 50 к.

Штоффъ, О. А. (женщина-врачъ). Уходъ за ребенкомъ въ первый годъ его жизни. Практическіе совѣты матерямъ. Цѣна 50 к.

Ремсенъ. Введеніе къ изученію органической химіи или химіи углеродистыхъ соединеній. Пер. *Н. С. Дрентельна.* Ц. 2 р.

Вахтель, Г. Д. Руководство къ Техническому Анализу. Подъ ред. проф. Спб. Технол. Инст. *Н. И. Тавилдарова.* Цѣна 5 руб.

Гердъ, А. Я. Учебникъ географіи. Курсъ 1-го года. Цѣна 60 к

Грантъ Алленъ. Чарльзъ Дарвинъ. Перев. съ англійскаго подъ ред. *А. Н. Энгельгардта.* Съ прилож. статьи Ч. Дарвина «объ инстинктѣ»

Печатаются:

Тацитъ, К. Сочиненія. Томъ II. Пер. съ латинск. *В. И. Модестова.*

Тавилдаровъ, Н. И. Курсъ Технологіи питательныхъ веществъ. Производства: 1) крахмальное, 2) сахарное и рафинадное, 3) пивоваренное и винокуренное.

Карѣевъ, Н. И. Основные вопросы философіи исторіи.

Латкинъ, В. Н. Законодательныя коммисіи въ Россіи въ XVIII вѣкѣ. Т. I.

Дамскій, А. В. Повторительный курсъ по неорганической химіи.

КАТАЛОГЪ
ИЗДАНІЙ
Л. Ф. ПАНТЕЛѢЕВА.
1877 — 1887 гг.

АНТРОПОЛОГІЯ.

ТОПИНАРА. Переводъ подъ редакціею профессора **И. И. Мечникова**. Съ 52 рис. въ текстѣ. 435 стр. Ц. 4 р., съ пер. 4 р. 30 к.

ИСТОРІЯ МАТЕРІАЛИЗМА
И КРИТИКА ЕГО ЗНАЧЕНІЯ ВЪ НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ.

Фр. Альб. ЛАНГЕ. Перев. съ 3-го нѣм. изд. **Н. Н. Страхова**
Томъ I-й: Исторія матеріализма до **Канта**. 398 стр.
Томъ II-й: Исторія матеріализма послѣ **Канта**. 495 стр.
Цѣна каждаго тома 2 р. 50 к., съ перес. 2 р. 80 к.

СОЧИНЕНІЯ
ДАВИДА РИКАРДО.

Пер. *Н. Зибера*, съ приложеніями переводчика. 685 стр. Ц. 3 р. 50 к., съ перес. 4 р.

ИСТОРІЯ ТЕОРІИ СТАТИСТИКИ.

Въ монографіяхъ **Вагнера, Рюмелина, Этингена и Швабе**. Пер. съ нѣм. подъ редакціею и съ дополненіями проф. **Янсона**, съ 3-мя таблицами чертежей, 270 стр. Ц. 2 р., съ перес. 2 р. 25 к.

В. А. ЗАЙЦЕВЪ.
РУКОВОДСТВО ВСЕМІРНОЙ ИСТОРІИ.
ДРЕВНЯЯ ИСТОРІЯ ВОСТОКА.

Съ 4 картами, 2 таблицами іероглифическихъ и клинообразныхъ письменъ, 287 стр. Ц. 2 р., съ перес. 2 р. 25 к.

ДРЕВНЯЯ ИСТОРІЯ ЗАПАДА.

Томъ I-й. **Эллинская эпоха**, съ 2 картами. 646 стр. Ц. 4 р., съ перес. 4 р. 40 к.

ОСНОВЫ НАУКИ.
ТРАКТАТЪ О ЛОГИКѢ И НАУЧНОМЪ МЕТОДѢ.

СТЕНЛИ ДЖЕВОНСА.

Пер. съ англ. **М. А. Антоновича**. 735 стр. Ц. 4 р. 50 к., съ пер. 5 р.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ УЧЕБНИКЪ ЛОГИКИ
ДЕДУКТИВНОЙ И ИНДУКТИВНОЙ, СЪ ВОПРОСАМИ И ПРИМѢРАМИ.

Ст. Джевонса.

Пер. съ англ. **М. А. Антоновича**. 336 стр. Ц. 2 р., съ пер. 2 р. 30 к.

ЗВУКЪ.

Рядъ простыхъ, занимательныхъ и недорогихъ опытовъ, имѣющихъ предметомъ явленія звука, для всѣхъ возрастовъ. Альфреда Маршалля Майора. Съ 60 рисунками. Перев. съ англ. М. А. Антоновича. 165 стр. Ц. 1 р., съ перес. 1 р. 20 к.

11

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 31 Января 1887 г.

Типографія и Литографія В. А. Тиханова, Б. Садовая, № 27.